

PSコントローラを使った 赤外線送信機の製作



ゲームに広く使われている、プレイステーションの**アナログ・ジョイスティック**・コントローラを改造して、PIC16F84Aを使った4チャンネルの赤外線送信機を作ります。Futaba製の送信機と信号形式に互換性をもたせてありますから、市販のラジコン・サーボや、スピード・コントローラを使うことはもちろん、本書で製作する赤外線受信機と組み合わせて、インドア・プレーンをリモート・コントロールすることができます。

このアイコンは、章末に用語解説があります

3.1 使用するコントローラ

プレイステーションに使われているPSコントローラにはいろいろな種類があります。ここではソニー純正のPS-one(SCPH-110)というアナログのジョイスティックが二つついたものを使っていますが、PS-2(SCPH-1200)コントローラでも問題なく使えます。また、ほかの機種でもジョイスティックの可変抵抗器に8k から10k のものが使われていれば問題なく使うことができます(写真3.1 参照)。

プレイステーションのジョイスティックに連動している可変抵抗器は、基板上で4個並列につながっています。分解する前に抵抗値を測定したところ2k 台の抵抗値を示しました。

3.2 赤外線送信機の回路

作成する4チャンネル赤外線送信機の回路図を図3.1 に示します。

ジョイスティックの可変抵抗器と直列につながっている5k のトリム・ポット(半固定抵抗器) R_9 , R_{10} , R_{11} , R_{12} は、ニュートラル調整に使います。0.047 μ Fのコンデンサ C_4 , C_5 , C_6 , C_7 には温度特性の優れているマイラ・コンデンサ(フィルム・コンデンサ)を使います。写真3.2に外観を示します。PICの発振器には4MHzのセラミック発振子(セラロック) Y_1 を使います(写真3.3)。ジョイスティックに組み込まれている押しボタン・スイッチ(S_2)を使って、送信機から送り出す赤外線の変調波を切り替えられるようにしてあります。

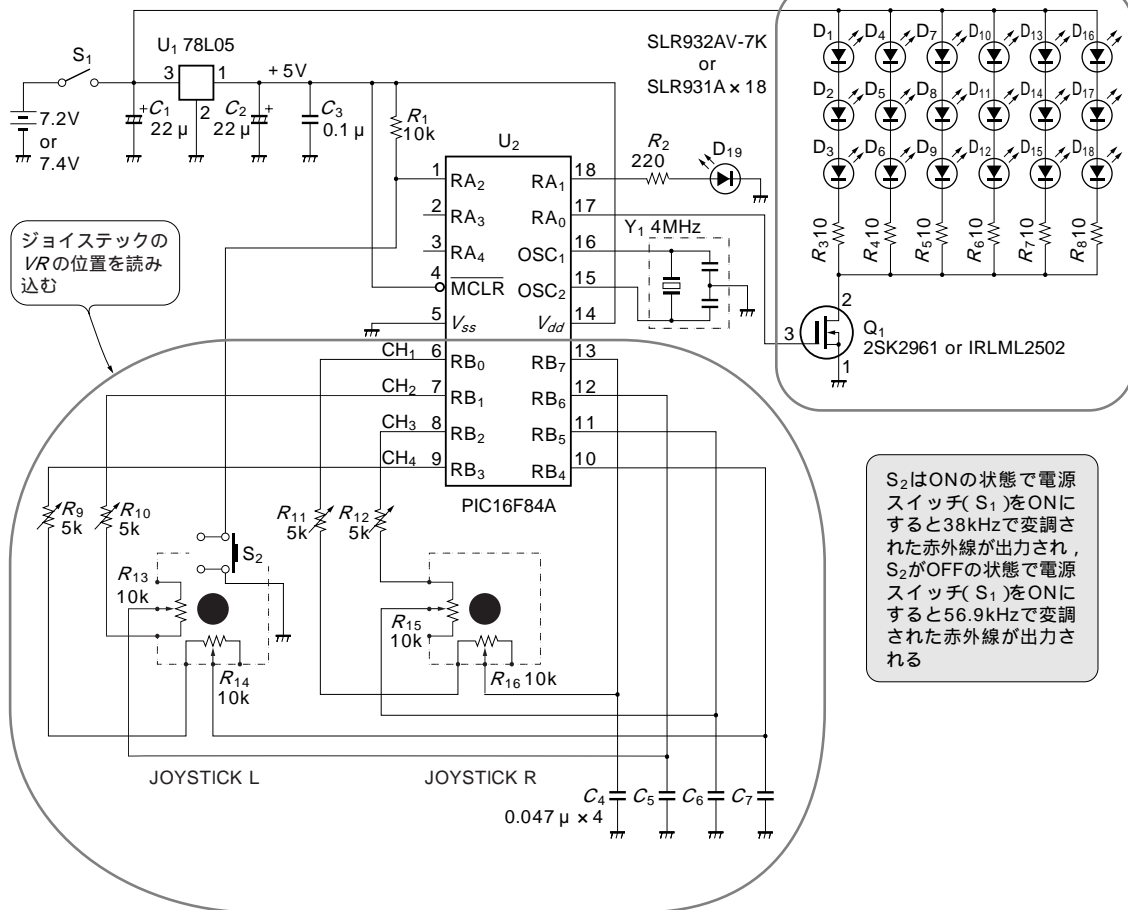
赤外発光ダイオードのドライブに使われているFET(Q_1)は表面実装タイプのIRLML2502を使って



写真3.1 PS-2コントローラ

コントローラに使われている二つのアナログ・ジョイスティックを利用して、PIC16F84Aで市販のラジコン送信機と互換性のあるシリアル・パルスと、赤外線を変調するための出力を作り出す。コントローラで使用するのはケース、2個のアナログ・ジョイスティック、ジョイスティックを支えている基板、それとLED。それ以外のパーツは取り外してしまう。

赤外線出力部



ジョイスティックのVRの位置を読み込む

S₂はONの状態では電源スイッチ(S₁)をONにすると38kHzで変調された赤外線が出力され、S₂がOFFの状態では電源スイッチ(S₁)をONにすると56.9kHzで変調された赤外線が出力される

図3.1 4チャンネル赤外線送信機回路図



写真3.2 送信機に使用するコンデンサ

左から、22 μ F/16V タンタル・コンデンサ、0.047 μ F/50V マイラ・コンデンサ、0.01 μ F/50V マイラ・コンデンサ、0.1 μ F セラミック・コンデンサ。タンタル・コンデンサは極性があるので取り付けるときに間違えないように、+と印刷されていて、足の長いほうがプラスになる。マイラ・コンデンサとセラミック・コンデンサには極性はない。

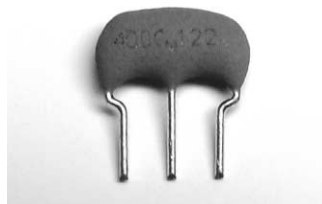


写真3.3 4MHzのセラロック

セラミック発振子(セラロック)は圧電セラミックスの機械的共振を利用したもので、水晶振動子とCR発振回路の中間の周波数安定度がある。今回の使用目的には十分な発振周波数安定度があり、小型軽量で安価なので、PICの外部発振器として多く使用されている。



写真3.4 リチウム・イオン電池

携帯電話用のリチウム・イオン電池で定格電圧3.7V、570mAhの容量。樹脂ケースに収められていたが、電池だけを取り出した。外装はアルミで+電極、はんだ付けできるように電極タブがスポット溶接されている。2個の電池を直列にして使うので、必ず同じロットの新品を組み合わせる。電池を重ねるときにお互いの電池ケースがショートしないように、1mmのスチレン・ペーパーを挟んでバックした。充電の偏りを防ぐため、時々1セルずつ別々に充電してからY型のコネクタで直列にして使う。

いますが、ディスクリット・タイプの2SK2961を使ったほうが作りやすいでしょう。

この送信機は電源に携帯電話に使われるリチウム・イオン電池^①を2個直列にして使います(写真3.4)。平均消費電流は80mAほどと大変少ないのですが、出力に使っている赤外発光ダイオードをパルス駆動しているため、瞬間最大電流は1Aを超えているのでできるだけ容量の大きい電池を使います。目安として500mAh以上の容量のある電池がよいでしょう。

また、直列使用するため、同一品種で同一ロットのばらつきの少ないものを組み合わせるようによします。

リチウム電池の充電器と取り扱い方法については第8章を参照してください。JSTコネクタについては第4章で説明しています。

3.3 送信機のプログラム

ここではPIC16F84Aを使っています。まず電源スイッチがONになったときに、左側のジョイスティックにセットされているスイッチ(S₂)がONになっているかOFFになっているかをRA₂のポートから読み込んで、赤外線出力を38kHzで変調するか56.9kHzで変調するかを判断しています。2種類の変調波を出力できるようにしてあるのは、それぞれの変調波の送受信機を使って、2機のインドア・プレーンが同時飛行できるようにするためです。

左右のジョイスティックには、それぞれに2個ずつ可変抵抗器がついていて、スティックを上下左右に動かすことでそれぞれの抵抗値が変化します。抵抗値の変化をパルス幅の変化に置き換えるために、

PICを使ってA-D変換(アナログ-デジタル変換)という手法を使っています。

PICのプログラムでは、約20msごとに4チャンネル分のシリアル・パルスを繰り返して送り出しますが、タイマ割り込みを利用して約20msの時間を作り出しています。

基本的なプログラミングについては、付録Dの「初めてのPICプログラミング」を参照してください。ここでは、プログラム・ソース `ir3857tx4.asm` から抜粋して、今回のプログラムで特徴的なところを説明しています。

4MHzの発振回路設定

```
__CONFIG HS_OSC & _PWRTE_ON & _CP_OFF & _WDT_OFF
```

コンフィギュレーション・ビットの発振回路の設定が `_HS_OSC` となっています。PIC16F84Aには内部発振回路が存在しません。今回は外部発振回路に4MHzのセラミック・レゾネータ(セラロック)を使っています。PIC16F84Aのデータシートでは3.5MHz以上の発振回路を使用する場合にHSモードを推奨しています。

HSモードより低い発振回路の設定にXTモードと、さらに低い発振周波数の設定にLPモードがあります。

割り込みの実行番地

```
ORG    0                ; プログラムはここからスタートする
GOTO   MAIN

ORG    4                ; 割り込みがあると、ここからスタートする
BCF    INTCON, T0IF     ; INTCONレジスタのT0IFビットをクリアして、
                        ; 割り込み要因を取りのぞき、再度割り込みができる
                        ; ようにする。割り込みルーチンの入り口。
GOTO   INTPROC         ; 割り込みルーチンの実行
```

今回のプログラムでは、PICに内蔵されているタイマを使い、タイマ割り込みという方法で、約20msの周期を作り出しています。割り込みが発生すると、プログラムは4h番地にジャンプします。TMR₀がカウントして行って、オーバフローする(8ビットのカウンタなのでFFhを超える)と割り込みがかかり、INTCONレジスタのT0IFビットに1がセットされるので、このT0IFビットをクリアしてから割り込みルーチンINTPROCにジャンプします。

割り込み発生時の処理

```
INTPROC MOV LW  0B4H      ; オーバフローするまでの時間を約20msに設定
        MOV WF  TMR0
        CALL   ADCNV1    ; 各チャンネルのVRの値を読むためのA-D変換ルーチンを呼ぶ
        CALL   ADCNV2
        CALL   ADCNV3
        CALL   ADCNV4
```

TMR₀は8ビットなので0~255までのカウントができます。4MHzの発振回路では1μsステップとなるので、そのままでは20msのカウントができません。

そこでプリスケアラ(割り算器)を使います。

TMR₀の初期設定

```

MOVLW  B'100001111'    ; bit7:プルアップを使用しない
                                ; bit5:内部命令サイクル・クロックを使用
                                ; bit3:プリスケラはTMR0に割り当て
                                ; bit2-0:1:256 TMR0レート
MOVWF  OPTION_REG
    
```

プリスケラをTMR₀に割り当て1:256のレート、つまり256μsごとにTMR₀がカウント・アップするように設定しています。TMR₀に0B4hをセットしていますが、

$$0FFh - 0B4h = 4Bh$$

となり、10進数で75になります。TMR₀が75カウントでオーバフローするわけです。1カウントに256μsかかるので75 × 256μs = 19200μs、つまり19.2ms後に割り込みがかかるというわけです。

一般的にラジコンの送信機ではパルスの送出周期が15msから25msほどで、4チャンネル以下の比較的チャンネル数の少ない送信機では15msほどの周期に設定されています。それ以上のチャンネル数をもつ送信機では20ms前後の周期で送り出されています。チャンネル数が多いほど送り出し周期も長くなっています。19.2msの周期設定は十分その範囲内にあります。

A-D変換⁽¹⁾

```

; CH1のA-D変換
ADCNV1  CLRF  WIDTH1    ; カウント用変数WIDTH1をクリア
        BCF  PORTB, 0    ; RB0をLow
LP11    BTFSS PORTB, 7    ; RB7がHighなら次をスキップ
        GOTO LP12
        NOP              ; 時間調整
        INCFSZ WIDTH1, F ; RB7がLowになるまでカウント・アップ
        GOTO LP11
        MOVLW b'11111111'
        MOVWF WIDTH1
LP12    BSF  PORTB, 0    ; RB0 High(充電開始)
        RETURN
    
```

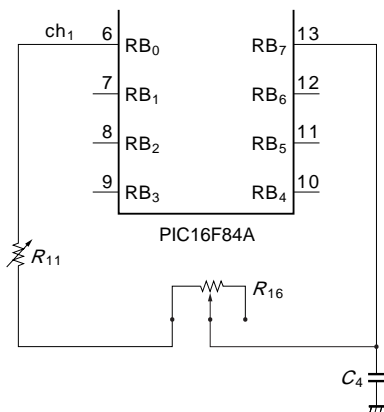


図3.2
チャンネル1の結線図